

データセンター・ビル施設向け 中低圧直流配電ネットワークシステム

竹内 勇人*

MVDC Distribution Network System for Data Centers and Buildings

Hayato Takeuchi

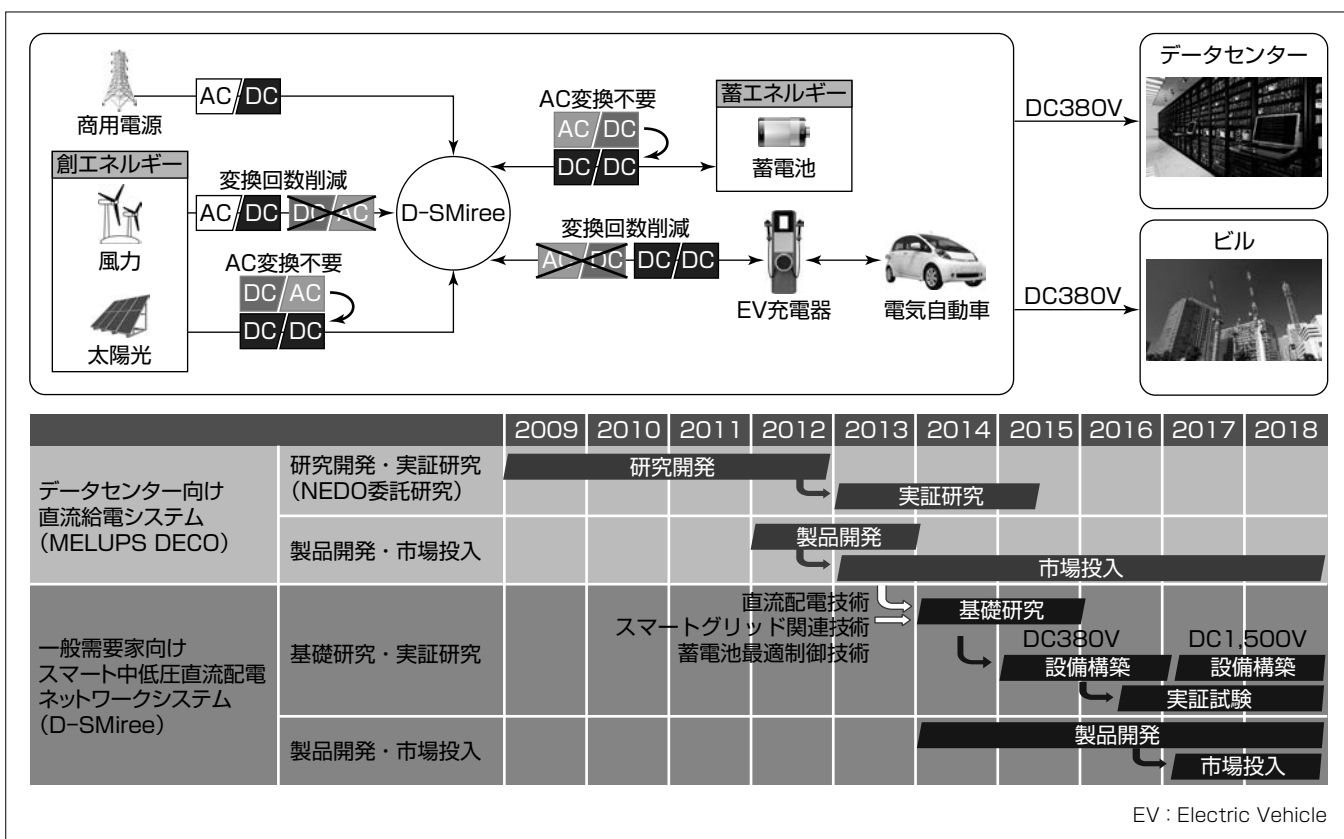
要 旨

近年、低炭素社会実現に向けた供給力の1つ、又はエネルギー安全保障を担う供給力の1つとして、太陽光発電(Photo Voltaic : PV)、風力発電(Wind Turbine : WT)等の再生可能エネルギー(以下“再エネ”という。)が注目されている。また、同時に安定した電力供給を目指し、エネルギー貯蔵装置としての蓄電池を組み合わせた環境配慮型の創蓄連携システムが普及している。

PV等で発電した直流電力は、一般的に交流電力に変換し送配電されるが、電気機器の多くは機器内部で直流電力で動作するため、受電した交流電力を直流電力に再度変換

して使用している。これらの変換の際に生じる電力損失の削減が省エネルギー化を進める上での課題の1つである。今回、構築したスマート中低圧直流配電ネットワークシステム“D-SMiree(Diamond-Smart Medium Voltage Direct Current distribution network system innovative, reliability, economy, ecology)”は、発電した直流電力を直流配電することで交流に変換する回数を極力削減し、電力損失の低減や変換器の削減による設備コストの低減等を実現した次世代の配電システムである。

省エネ・創エネ



スマート中低圧直流配電ネットワークシステムへの取組み

三菱電機は、従来、直流配電用開閉器・データセンター向け直流給電システムや鉄道架線(DC1,500V)用直流高速度遮断器等の製品を市場投入した実績を持っている。スマート中低圧直流配電ネットワークシステムD-SMireeは、これらの直流配電技術に加え、最新のスマートグリッド関連技術や蓄電池最適制御技術などを組み合わせたシステムである。

1. ま え が き

デジタル化とクラウド社会の到来によるデータセンター需要の拡大や、東日本大震災以降のBCP(事業継続計画)対策気機運の高まり、電力自由化を代表とした市場環境の変化に伴い、電力インフラに対して省エネルギー化・分散電源・エネルギーミックス等の新しい要求が増えている。

近年、建設業界におけるZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)実証設備の建設も増加し、従来の“エネルギー消費型”から自然光・周囲環境を利用した省エネルギー化に、自前の発電・蓄電設備に制御技術を応用する“地産地消型”に変化している。

このような背景の中、当社は、2016年7月、“スマート中低圧直流配電システム実証棟”を当社受配電システム製作所(香川県丸亀市)内に建設し、今後の直流配電の普及促進に向けた製品開発やエンジニアリング強化を図るための開発検証とこのシステムの事業展開を開始した。

スマート中低圧直流配電ネットワークシステムD-SMireeのコンセプトと用途に合わせた特長について述べ、続いて

D-SMireeの主な製品群である直流給電システムとDC連系変換装置、直流分電盤とマイグレーション装置、エネルギーマネジメントシステム(EMS)の特長について述べる。

2. D-SMireeの用途に合わせた特長と直流配電システムのメリット

2.1 D-SMireeの用途に合わせた特長

電力を無駄なく活用できる、信頼性と経済性を両立させたD-SMireeを、データセンター、ビル、工場、駅などの用途に合わせて提供する(図1)。

2.2 直流配電システムのメリット

D-SMireeは、“創エネ”“蓄エネ”“省エネ”をコンセプトにした配電システムであり、次のメリットを持っている。

(1) “創エネ”

直流には交流のような周波数がないため、複数の電源を並列接続する場合に同期を考慮する必要がなく、再エネ発電(太陽光・風力等)の複数の発電設備との連系が容易である。

(2) “蓄エネ”

EMSの発電・需要予想機能によって蓄電池の充放電を

省エネ・創エネ

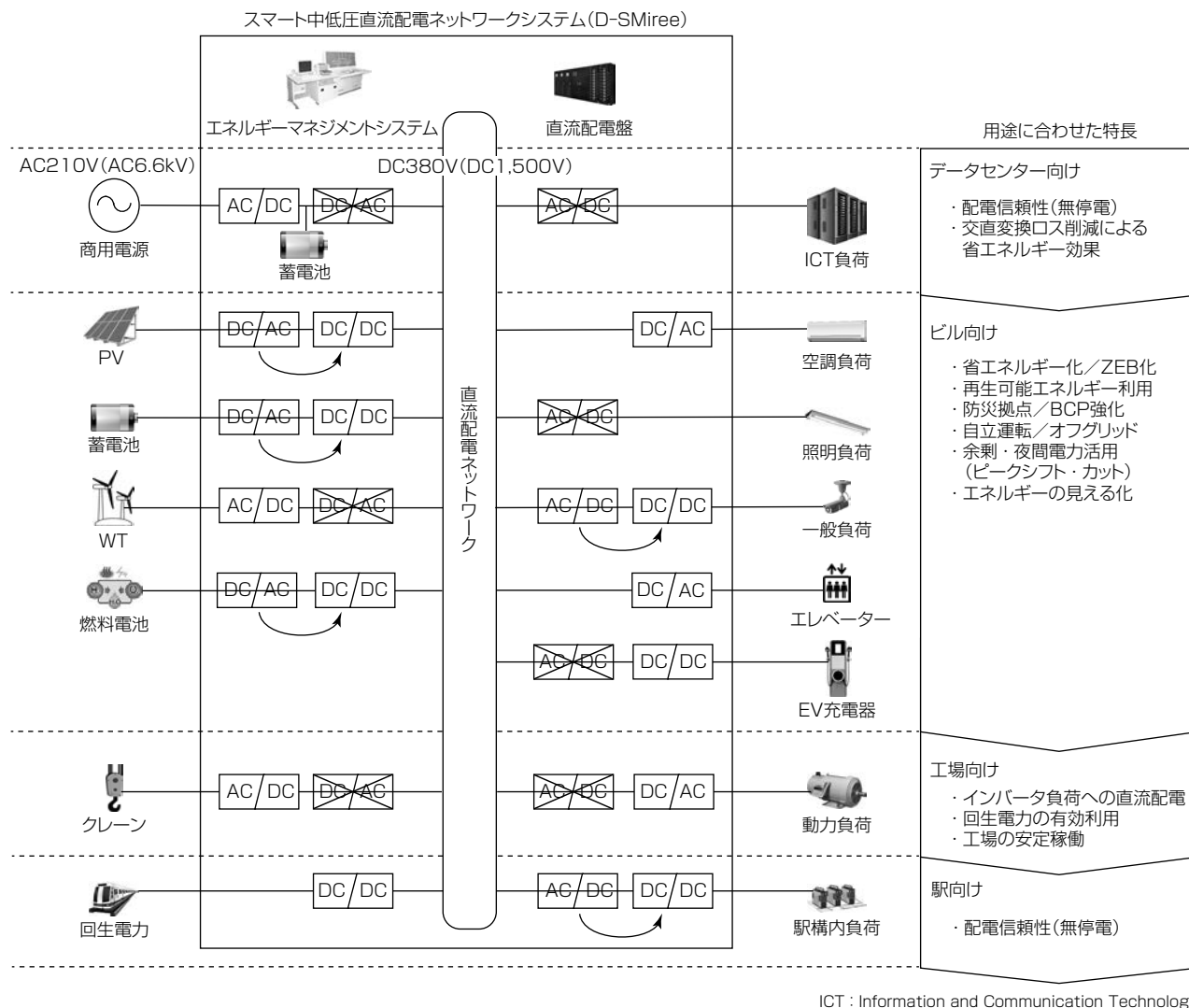


図1. D-SMireeの用途に合わせた特長

最適に制御し、蓄電エネルギーを有効活用する。

(3) “省エネ”

従来の交流配電に比べ、交流・直流の電力変換回数や変換ロス削減によって省エネルギー化する。

3. D-SMireeの主な製品群の特長

3.1 直流給電システムとDC連系変換装置

D-SMireeの電源は、直流給電システムとDC連系変換装置で構成している。また直流給電システムの容量によって、Standard(100~700kW)、Light(7.5~75kW)、Mini(3.5~10.5kW)と3タイプのラインアップがある。

ここでは、標準機であるStandardを例に各機器の特長を述べる。

(1) 直流給電システム

直流給電システムは、2009年のNEDO((独)新エネルギー・産業技術総合開発機構)委託研究で“MELUPS DECO”(詳細は今特集号の論文“高効率・大容量の無停電電源装置”の3章参照)として製品化開発したものであり、中低圧直流配電ネットワークシステムの商用電源AC210Vを変換してDC380Vを出力する中核機器として適用している。主な特長は、消費電力変動に応じて電源ユニットの運転台数を最適制御する“ダイヤモンド・エコ・ドライブ”で、低負荷時から定格負荷時まで全領域で高い運転効率の維持を実現して省エネルギー化に貢献している。D-SMireeでは後述するDC連系変換装置で再エネ、蓄エネと連系可能なシステムとし、買電電力の削減を図ることができる。

(2) DC連系変換装置

DC連系変換装置は、PVとリチウムイオン蓄電池(Lithium-Ion Battery: LIB)を連系させ、直流電力を制御する装置で、PV用、LIB用のDC/DC変換器2台で構成されている。PV用DC/DC変換器ではMPPT(Maximum Power Point Tracking)制御を行い、発電エネルギーを負荷に給電しており、余剰分はLIB用DC/DC変換器を充電制御し、LIBへ蓄えることができ、発電エネルギーを無駄なく利用することができる。また、中央監視制御装置からの指令によって、LIBの充放電制御が可能で、先に述べた直流給電システムとの協調運転によって、図2に示すように様々なパターンによる給電を可能にし、再エネ発電量と負荷変動に応じた効率的な運転が可能になる。また、商用停電時にはLIBから給電する停電補償機能も持つ。

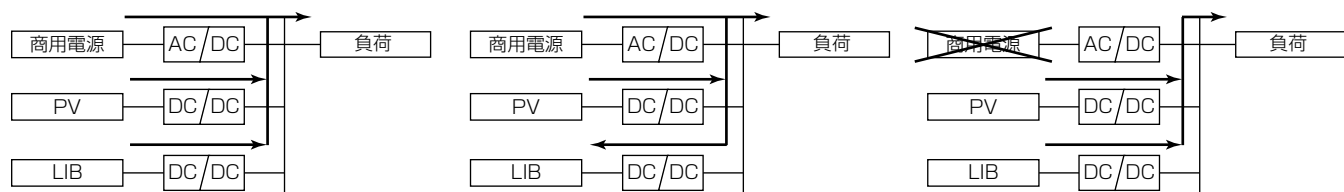


図2. 給電パターンの一例

3.2 直流分電盤とマイグレーション装置

3.2.1 直流分電盤

このシステムで使用する直流分電盤は、NEDO委託研究の開発成果を基に製品化しており、①各分岐MCCB(Molded Case Circuit Breaker)収納ユニットの負荷電流、漏洩(ろうえい)電流、電力量等を計測・表示が可能な電子式マルチDC計測器を搭載した高機能型と、②マルチDC計測器を搭載せず1面当たりの分岐MCCB実装台数を多くした高収納型の2機種がある⁽¹⁾。それぞれの特長を次に述べる。

(1) 高機能型直流分電盤(図3)

- ①分岐MCCB収納ユニットにプラグイン構造を採用し、主母線の停電なしで他系統への電源供給を維持しながら安全にユニットの追加・撤去・交換作業が可能。
- ②各分岐MCCBユニットのMCCBがON状態では扉を開けることができない機能を採用。
- ③扉を開けた状態ではMCCBをONすることができないインターロック機能を採用。

(2) 高収納型直流分電盤(図4)

- ①MCCBがON状態では開くことができない個別MCCBカバーを採用。
- ②ユニットを取り外した際の主母線の露出を抑えるため母線カバーを採用。

3.2.2 マイグレーション装置

DC380V直流給電システムは導入の過渡期であり、負荷側設備が完全にDC380Vに対応していないため、給電システム移行(マイグレーション)用の電圧変換装置(マイグレーション装置)が必要となる。今回の実証設備を構築す

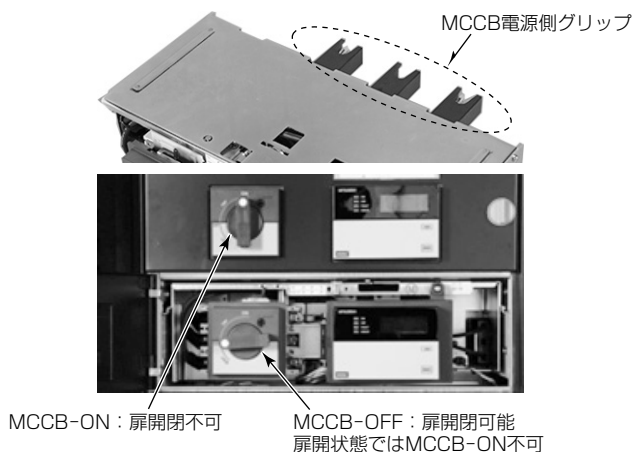


図3. 高機能型直流分電盤

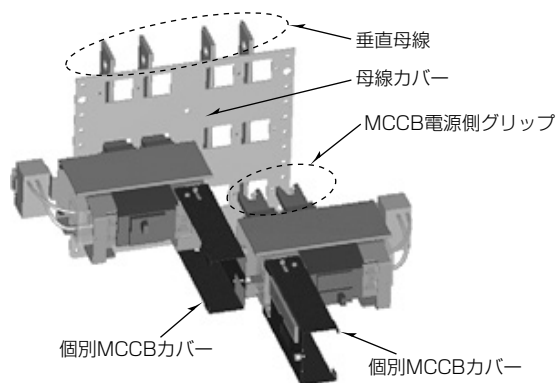


図4. 高収納型直流分電盤

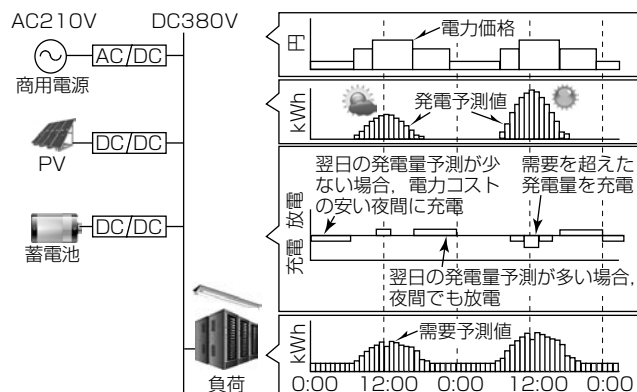


図6. 需要予測、再エネ発電予測に基づく需給計画例

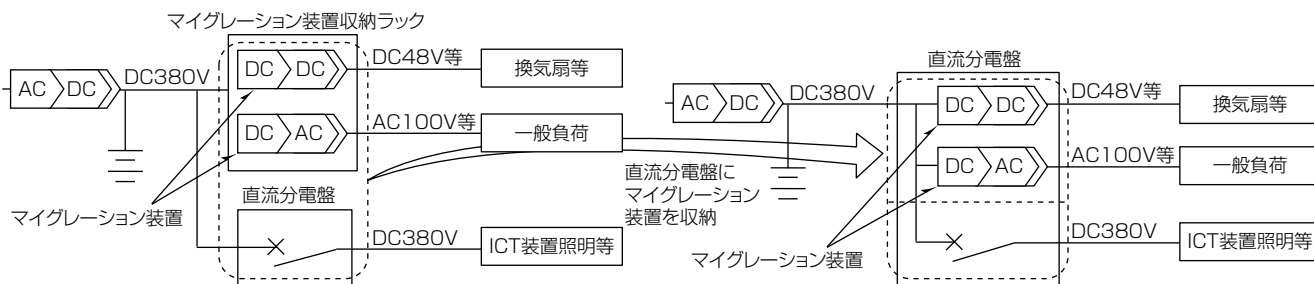


図5. マイグレーション装置の構成

る上でこの装置が必要であり、次の特長を持った装置を開発している(図5)。

- (1) 当社製の直流分電盤に実装可能で分岐MCCB収納ユニットと置き換えが可能。
- (2) 当社製の直流分電盤に実装可能とするため、マイグレーション装置の電源側は分岐MCCB収納ユニットと同様のグリップ構造とする。
- (3) これらによって、負荷側がDC380Vに対応した際に、マイグレーション装置を撤去した部位に分岐MCCB収納ユニットを配置することが可能であり、分電盤の追加設置が不要となる。

3.3 エネルギーマネジメントシステム

D-SMireeでは、“創エネ”“蓄エネ”の最適制御を実現するため、EMSを導入している。エネルギーマネジメントシステム(EMS)は、大きく需要予測機能、再エネ発電予測機能、需給計画・制御機能の3機能から構成されており、再エネを最大限に活用するためには、需要予測、再エネ発電予測からの需給計画に基づいた蓄電池の有効活用が重要になる。

(1) 需要予測機能

一般的に、需要は気温との相関性が高く、需要予測は、気象予報データの気温、過去の気温と需要の実績データを基に、回帰分析を用いて、48時間先までの需要を予測する。また、当日の需要予測に関しては、直近の実績データを基に予測カーブを補正して、より実態に近い予測値で計画するようにする。

(2) 再エネ発電予測機能

スマート中低圧直流配電システム実証棟には再エネ発電としてPV、WTを導入しており、いずれも発電出力が気象に左右されることから、気象予報データ(日射量、風向、風量)と発電出力特性モデル(PV、WT)から、翌日の発電量を予測する。当日の発電予測は、予測精度を高めるため、過去の日射量実績、PV発電実績データを利用し、気象予報に基づく“予報モデル”、直近の発電出力が持続すると考える“持続モデル”、過去の天候変化を予測に反映する“時系列モデル”を組み合わせた予測を行っている。

(3) 需給計画・制御機能

需要予測、再エネ発電予測を基に、ビル、工場などの設備運用に合わせた需給計画を行う。商用電源からの給電を最小限にして再エネ発電を最大限活用する運用を実現する。図6に需給計画例を示す。

4. むすび

2016年7月に稼働開始したスマート中低圧直流配電システム実証棟を主要拠点として、DC380V以下の製品、システム群の実証試験を進めるとともに、顧客向けにシステムのPR活動を展開している。2017年度以降は、DC1,500V級システムへの適用範囲拡大の検討や、国内・海外市場への展開をする予定である。

参考文献

- (1) 関 孝一郎, ほか: 新市場向け低圧配電盤, 三菱電機技報, 88, No.11, 705~708 (2014)